

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

TRANSLATOR'S DECLARATION AND CERTIFICATE

APPLICANT: Rainer Graumann et al.

SERIAL NO.: 60/454,053

GROUP ART UNIT: xxxx

FILED: March 13, 2003

TITLE: "C-ARM X-RAY DEVICE"

Commissioner for Patents
Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

S I R:

I, Charles Bullock, declare and state that I am knowledgeable in German and English, and I hereby certify that the attached translation of U.S. Provisional Application 60/454,053, filed in the U.S. Patent and Trademark Office on 13 March 2003, is truthful and accurate to the best of my knowledge.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

DATE: 04 March 2004



Siemens AG
New Case No. P03,0100 (26965-xxxx)
Client Reference No. 2003P03609 US
Inventor: Graumann et al.

C-ARM X-RAY DEVICE

The invention concerns a C-arm x-ray device for 3D imaging.

X-ray detectors are used to generate images of an transirradiated subject or body. The x-rays pass through the subject or patient and then strike an image detector on which they form a two-dimensional projection of the transirradiated volume.

Three-dimensional image data can be generated using a plurality of two-dimensional projections of the same x-ray volume. The individual two-dimensional image data are evaluated by means of a computer to generate a three-dimensional image. For this, the two-dimensional image data must exist digitized, which is why digital image sensors are used and not analog film/foil systems. Digital image sensors directly generate digital, pixelated image data as soon as x-ray radiation is incident upon them. These can be directly fed to a computer for further evaluation.

The generation of three-dimensional image data from two-dimensional x-ray projections assumes that the volume to be reconstructed has in fact been transirradiated in each projection. Stated more precisely, in each individual projection the central axis of the x-ray beam must pass through a point that it also passes through in all other projections. In order to generate the individual two-dimensional projections, the central x-ray beam thus assumes different orientations in space, whereby a common point of intersection of the central x-ray beam is given for all different orientations. This point of intersection is designated as an isocenter. The specified procedure enables the calculation of a three-dimensional image of a transirradiated volume situated around the isocenter.

In C-arm x-ray devices, the x-ray source and the image sensor are arranged opposite each other on a semicircular (thus C-shaped) carrier. This carrier, the C-arm, can be rotated in the direction of the C-arm circumference in what is known as the orbital direction, and in a direction perpendicular to this. The patient or subject to be examined is situated substantially in the center of the C-arm, and various orientations of the x-ray beam, and therewith different two-dimensional projections of the transirradiated volume, can be generated via orbital and angulation [sic] movement.

Two variants differ in C-arm x-ray devices. The first variant comprises what is known as an isocentric C-arm in which the rotation axis for the orbital motion that runs perpendicular to the plane of the C-arm runs through a point in common with the x-ray beam, namely the isocenter. It is thereby ensured that the x-ray beam always runs through the isocenter for each arbitrary orbital orientation, which (as stated above) enables the acquisition of two-dimensional image data that are immediately used to generate three-dimensional images. The second variant comprises a non-isocentric C-arm in which the central x-ray beam runs through different volumes to be transirradiated for different orbital orientations. The use of the thusly acquired two-dimensional projections for generation of three-dimensional images is at most possible for a limited volume to be reconstructed. For this reason, non-isocentric C-arms exhibit the advantage that they are less expensive to construct and thus are easier and most cost-effective.

Known from US 6,382,835 by the applicant is a C-arm x-ray device with a non-isocentric C-arm that can generate different orientations of the x-ray beam via angulatory rotation of the C-arm, and therewith can generate different two-dimensional projections from which a three-dimensional image can be generated. However, the angulatory motion also allows no large movement range like the orbital motion of the C-arm, which limits the possibilities to generate three-dimensional images.

The object of the invention is to fashion an x-ray device with non-isocentric C-arm, such that the generation of two-dimensional projections of an transirradiated

volume around an isocenter is enabled via movement of the C-arm in the orbital direction, thus in the circumferential direction.

The invention achieves this object via a C-arm x-ray device with non-isocentric C-arm that comprises a device for vertical adjustment of the C-arm and a device for horizontal adjustment of the C-arm, whereby the device for horizontal adjustment of the C-arm enables its adjustment in the horizontal direction within the plane in which the C-arm is located, and whereby both adjustment devices are fashioned such that, via the horizontal and vertical adjustment device, the central x-ray beam can be moved back into the isocenter after each orbital motion of the C-arm.

A fundamentally easy and cost-effective C-arm x-ray detector with non-isocentric C-arm can thereby be used to generate two-dimensional projections of the always identical x-ray volume, in order to generate a three-dimensional image of the transirradiation volume from the two-dimensional projections. The adjustment devices in the horizontal and vertical direction must only offer the possibility of a linear adjustment, and are correspondingly uncomplicated to realize.

In an advantageous embodiment of the invention, the movement of the central x-ray beam in the isocenter to be transirradiated is effected by an automatic control of the vertical and horizontal adjustment device. The generation of two-dimensional projections that are necessary to generate a three-dimensional image can thereby run fully automatically. Moreover, the automatic control of the adjustment devices enables an operator to set different orientations of the x-ray beam, for example by hand, without thereby abandoning the transirradiated isocenter of the subject or patient to be examined.

Further advantages of the invention arise from the Figure description:
Thereby shown are:

FIG 1 a C-arm x-ray device with vertically oriented x-ray beam,

FIG 2 a C-arm x-ray device with horizontally oriented x-ray beam.

A C-arm x-ray device 1 with vertically oriented x-ray beam is shown in FIG 1. The x-ray beam is indicated as a dashed line between the x-ray source 3 and the image sensor 4. It runs through what is known as the isocentric point 5 that is likewise indicated in the image. The C-arm x-ray device comprises a C-arm 2 that is fashioned non-isocentrically. Non-isocentric thereby means that the rotation center 6 for rotation movements of the C-arm 2 is not identical with the isocenter 5. Rather, the rotation center 6 is situated horizontally near the isocenter 5, such that a rotation of the C-arm 2 in the orbital direction would also lead to a rotation of the isocenter 5 around the rotation center 6. This displacement of the isocenter 5 would make impossible the generation of three-dimensional images from various two-dimensional projections that are acquired via different orientations of the x-ray beam. In order to overcome this problem, the C-arm x-ray detector 1 comprises a horizontal adjustment device 7 as well as a vertical adjustment device 8. The C-arm 2 can be adjusted in a horizontal direction via the horizontal adjustment device 7 and in the vertical direction via the vertical adjustment device 8. The isocenter 5 of the x-ray beam can thereby also be moved in the horizontal or vertical direction. In the indicated spatial coordinate system with the horizontal axis X and the vertical axis Y, the isocenter 5 can be moved in all spatial directions, and therefore unintended movements of the isocenter 5 around the rotation center 6 can be compensated given orbital motions of the C-arm 2.

The C-arm x-ray device 1 comprises a mobile carrier 9 that comprises the control and feed of all devices to move the C-arm 2, as well as to evaluation and display image data acquired by the image sensor 4. In a preferred embodiment, the mobile carrier 9 comprises a computer that can generate a three-dimensional image of the transirradiated volume around the isocenter 5 from various two-dimensional image projections of the isocenter 5 that have been acquired with different orientation of the x-ray beam.

In a further preferred embodiment, the mobile carrier 9 comprises a computer that automatically controls the generation of two-dimensional projections, the orientations of the x-ray beam necessary for this, and the adjustment of the C-arm in the horizontal and vertical direction to maintain the position of the isocenter 5. For this, the computer automatically controls the vertical adjustment device 8, the horizontal adjustment device 7, and the adjustment device (not shown in the image) for orbital motions of the C-arm. The horizontal and vertical adjustment can thereby ensue synchronously.

In a further preferred embodiment, the control of the horizontal and vertical adjustment device ensues not via a computer, but rather via a control electronic. The control electronic controls the adjustment devices 7 and 8 dependent on a signal (that depends on the orbital angle of the B-arm [sic]) of an angle transmitter on the C-arm. The adjustment of the C-arm in the horizontal and vertical direction depends, in a predetermined interrelationship fixed by the mechanical relationships, on its orbital position. This fixed, predetermined interrelationship is reproduced in the control electronic and serves for the corresponding fixed, predetermined control of the horizontal and vertical adjustment device 7 and 8.

In a further preferred embodiment, the mobile carrier comprises a computer that automatically compensates movements of the isocenter 5 from its current position, for example due to a manual orbital rotation of the C-arm 2, via a horizontal and vertical adjustment. For example, an operating personnel can thereby manually provide a desired orientation of the x-ray beam without having to worry about maintaining the isocenter 5. The stationary maintenance of the isocenter 5 is automatically ensured by the computer in the mobile carrier 9.

In order to be able to compensate undesired motion of the isocenter 5 via horizontal and vertical adjustment, in the mobile carrier 9 the computer has access to a characteristics storage 11 in which characteristics are stored from which, starting from any orbital position, the necessary horizontal and vertical compensation motions can be learned. Using these characteristics, the computer can automatically determine

the necessary control commands for the vertical adjustment device 8 and the horizontal adjustment device 7 and transmit these to them.

As the case may be, it is possible that specific orbital positions of the C-arm 2 can no longer be compensated by orbital motions of any kind in the event that the adjustment devices 7 and 8 have encountered a limit to their adjustment range. The computer therefore has additional access to characteristics for an initial state of the adjustment devices 7 and 8; the displacement of the isocenter 5 for orbital motions of any kind can be compensated from the initial state. The computer can decide that this initial state is automatically taken up upon need or at the beginning of each use of the C-arm device 1.

In the indicated spatial coordinate system with the horizontal axis X and the vertical axis Y, the stationary isocenter 5 exhibits the position (X_0/Y_0) .

The C-arm x-ray device 1 with horizontally oriented x-ray beam is shown in FIG 2. For the rest, the C-arm x-ray device 1 is identical to the device shown in the preceding illustration, and is as much the same reference characters are used.

The horizontal orientation of the x-ray beam has been effected via a counterclockwise orbital motion of the C-arm 2. In addition to the orientation of the x-ray beam due to the non-isocentric design of the C-arm 2, the spatial association of the isocenter 5 with the rotation center 6 also changes via the orbital motion of the C-arm 2. In the shown embodiment, the isocenter 5 migrates around the rotation center 6 in the direction of the orbital motion. In comparison to the preceding specified image, the isocenter would therefore have been displaced up and to the left in the spatial coordinate system. This undesired displacement of the isocenter 5 is, however, compensated via horizontal and vertical adjustment of the C-arm 2.

The isocenter 5 is thereby situated as before at the spatial coordinate point (X_0/Y_0) , while a motion of the rotation center 6 ensues instead of a motion of the isocenter 5. The rotation center 6 is now arranged displaced down and to the right

from its position shown in the preceding image. In comparison to the previously shown image, the adjustment of the C-arm 2 is also visible on the length of the horizontal adjustment device 7 and of the vertical adjustment device 8. Since, due to the orbital motion to the left, the isocenter 5 would have thus been moved on the mobile carrier 9, the horizontal adjustment device 7 has deployed to compensate this motion, and is now extended with regard to the preceding image. The vertical adjustment device 8 is corresponding shortened.

Translation / March 4, 2004 / Bullock/ 2040 words

Beschreibung

C-Bogen-Röntgengerät

- 5 Die Erfindung betrifft ein C-Bogen-Röntgengerät zur 3D-Bildgebung

10 Röntgengeräte werden zur Erzeugung von Bildern eines durchleuchteten Gegenstands oder Körpers eingesetzt. Die Röntgenstrahlen durchlaufen den Gegenstand oder Patienten und fallen dann auf einen Bilddetektor, auf dem sie eine zweidimensionale Projektion des durchleuchteten Volumens bilden.

15 Dreidimensionale Bilddaten können unter Verwendung mehrerer zweidimensionaler Projektionen desselben Durchleuchtungsvolumens erzeugt werden. Zur Erzeugung einer dreidimensionalen Abbildung werden die einzelnen zweidimensionalen Bilddaten mittels eines Computers ausgewertet. Die zweidimensionalen Bilddaten müssen dazu digitalisiert vorliegen, weswegen digitale
20 Bildaufnehmer und nicht analoge Film-/Foliensysteme verwendet werden. Digitale Bildaufnehmer erzeugen, sobald Röntgenstrahlung auf sie einfällt, unmittelbar digitale, pixelierte Bilddaten. Diese können einem Rechner unmittelbar zur weiteren Auswertung zugeleitet werden.

25 Die Erzeugung dreidimensionaler Bilddaten aus zweidimensionalen Röntgenprojektionen setzt voraus, dass in jeder Projektion tatsächlich das zu rekonstruierende Volumen durchleuchtet wurde. Genauer gesagt muss die zentrale Achse des Röntgenstrahls bei jeder einzelnen Projektion einen Punkt durchlaufen, den sie auch bei jeder anderen Projektion durchläuft. Um
30 die einzelnen zweidimensionalen Projektionen zu erzeugen, nimmt der zentrale Röntgenstrahl also unterschiedliche Orientierungen im Raum an, wobei für alle unterschiedlichen Orientierungen ein gemeinsamer Schnittpunkt des zentralen Röntgenstrahls gegeben ist. Dieser Schnittpunkt wird als Isozentrum
35 bezeichnet. Das beschriebene Vorgehen ermöglicht das Errech-

nen eines dreidimensionalen Bildes eines um das Isozentrum herum gelegenen durchleuchteten Volumens.

Bei C-Bogen-Röntgengeräten sind die Röntgenstrahlquelle und der Bildaufnehmer einander gegenüberliegend auf einem halbkreisförmigen, also C-förmigen Träger angeordnet. Dieser Träger, der C-Bogen, ist in Richtung des C-Bogen-Umfangs, in der sogenannten orbitalen Richtung, und in Richtung senkrecht dazu, in sogenannter angulatorischer Richtung rotierbar. Der zu untersuchende Patient oder Gegenstand liegt im wesentlichen im Zentrum des C-Bogens und durch Orbital- und Angulationsbewegung können verschiedene Orientierungen des Röntgenstrahls und damit unterschiedliche zweidimensionale Projektionen des durchleuchteten Volumens erzeugt werden.

Bei C-Bogen-Röntgengeräten werden zwei Varianten unterschieden. Die erste Variante weist einen sogenannten isozentrischen C-Bogen auf, bei dem die Rotationsachse für die Orbitalbewegung, die senkrecht zur Ebene des C-Bogens verläuft, durch einen mit dem Röntgenstrahl gemeinsamen Punkt, nämlich das Isozentrum, verläuft. Dadurch ist sichergestellt, dass der Röntgenstrahl für jede beliebige orbitale Orientierung immer durchs Isozentrum verläuft, was wie oben gesagt die Aufnahme zweidimensionaler Bilddaten ermöglicht, die zur Erzeugung dreidimensionaler Bilder sofort verwertet werden. Die zweite Variante weist einen nicht isozentrischen C-Bogen auf, bei dem der zentrale Röntgenstrahl für unterschiedliche orbitale Orientierungen durch unterschiedliche zu durchleuchtende Volumina verläuft. Die Verwertung der so gewonnenen zweidimensionalen Projektionen zur Erzeugung dreidimensionaler Bilder ist höchstens für ein eingeschränktes zu rekonstruierendes Volumen möglich. Nicht-isozentrische C-Bögen weisen dafür den Vorteil auf, dass die weniger aufwendig in der Konstruktion und damit leichter und kostengünstiger sind.

Aus der US 6,382,835 der Anmelderin ist ein C-Bogen-Röntgengerät mit einem nicht-isozentrischen C-Bogen bekannt,

dass durch angulatorische Rotation des C-Bogens unterschiedliche Orientierungen des Röntgenstrahls und damit unterschiedliche zweidimensionale Projektionen erzeugen kann, aus denen ein dreidimensionales Bild erzeugt werden kann. Allerdings erlaubt die angulatorische Bewegung keinen ebenso großen Bewegungsspielraum wie die orbitale Bewegung des C-Bogens, was die Möglichkeiten zur Erzeugung dreidimensionaler Bilder einschränkt.

- 10 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Röntgengerät mit nicht-isozentrischem C-Bogen derart auszubilden, dass die Erzeugung zweidimensionaler Projektionen eines Durchleuchtungsvolumens um ein Isozentrum herum durch Bewegung des C-Bogens in orbitaler Richtung, also in Umfangsrichtung, ermöglicht wird.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein C-Bogen-Röntgengerät mit nicht-isozentrischem C-Bogen, das eine Einrichtung zur vertikalen und eine Einrichtung zur horizontalen Verstellung des C-Bogens aufweist, wobei die Einrichtung zur horizontalen Verstellung des C-Bogens dessen Verstellung in horizontaler Richtung innerhalb der Ebene, in der sich der C-Bogen befindet, ermöglicht, und wobei beide Verstell-Einrichtungen derart ausgebildet sind, dass der zentrale Röntgenstrahl nach jeder orbitalen Bewegung des C-Bogens durch die horizontale und vertikale Verstell-Einrichtung in das Isozentrum zurückbewegt werden kann.

Dadurch kann ein grundsätzlich leichtes und kostengünstiges C-Bogen-Röntgengerät mit nicht-isozentrischem C-Bogen zur Erzeugung zweidimensionaler Projektionen des immer gleichen Durchleuchtungsvolumens eingesetzt werden, um aus den zweidimensionalen Projektionen ein dreidimensionales Bild des Durchleuchtungsvolumens zu erzeugen. Die Verstelleinrichtungen in horizontaler und vertikaler Richtung müssen lediglich die Möglichkeit zu einer linearen Verstellung bieten und sind entsprechend unaufwendig zu realisieren.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Bewegung des zentralen Röntgenstrahls in das zu durchleuchtende Isozentrum durch eine automatische Ansteuerung der vertikalen und horizontalen Verstelleinrichtung bewirkt. Dadurch kann die Erzeugung zweidimensionaler Projektionen, die zur Erzeugung eines dreidimensionalen Bildes benötigt werden, vollkommen automatisiert ablaufen. Darüber hinaus ermöglicht die automatische Ansteuerung der Verstelleinrichtungen einem Operateur, unterschiedliche Orientierungen des Röntgenstrahls z.B. von Hand einzustellen, ohne dabei das durchleuchtete Isozentrum des zu untersuchenden Gegenstands oder Patienten zu verlassen.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Figurenbeschreibung:

Es zeigt:

- FIG 1 ein C-Bogen-Röntgengerät mit vertikal orientiertem Röntgenstrahl,
FIG 2 ein C-Bogen-Röntgengerät mit horizontal orientiertem Röntgenstrahl.

In FIG 1 ist ein C-Bogen-Röntgengerät 1 mit vertikal orientiertem Röntgenstrahl dargestellt. Der Röntgenstrahl ist als gestrichelte Linie zwischen der Röntgenstrahlquelle 3 und dem Bildaufnehmer 4 angedeutet. Er verläuft durch den sogenannten isozentrischen Punkt 5, der ebenfalls in der Abbildung angedeutet ist. Das C-Bogen-Röntgengerät weist einen C-Bogen 2 auf, der nicht-isozentrisch ausgebildet ist. Nicht-isozentrisch bedeutet dabei, dass das Drehzentrum 6 für Drehbewegungen des C-Bogens 2 nicht mit dem Isozentrum 5 identisch ist. Das Drehzentrum 6 ist vielmehr horizontal neben dem Isozentrum 5 gelegen, so dass eine Rotation des C-Bogens 2 in orbitaler Richtung auch zu einer Rotation des Isozentrums 5 um das Drehzentrum 6 herumführen würde. Dieses Verschieben des Isozentrums 5 würde das Erzeugen dreidimensi-

onaler Bilder aus verschiedenen zweidimensionalen Projektionen, die durch unterschiedliche Orientierungen des Röntgenstrahls gewonnen werden, unmöglich machen. Um dieses Problem zu umgehen, weist das C-Bogen-Röntgengerät 1 eine horizontale Verstelleinrichtung 7 sowie eine vertikale Verstelleinrichtung 8 auf. Durch die horizontale Verstelleinrichtung 7 kann der C-Bogen 2 in horizontaler Richtung verstellt werden, durch die vertikale Verstelleinrichtung 8 in vertikaler Richtung. Dadurch kann auch das Isozentrum 5 des Röntgenstrahls in horizontaler oder vertikaler Richtung bewegt werden. In dem angedeuteten räumlichen Koordinatensystem mit der horizontalen Achse X und der vertikalen Achse Y kann das Isozentrum 5 in alle Raumrichtungen bewegt werden und daher können unbeabsichtigte Bewegungen des Isozentrums 5 um das Drehzentrum 6 herum bei Orbitalbewegungen des C-Bogens 2 kompensiert werden.

Das C-Bogen-Röntgengerät 1 weist einen mobilen Träger 9 auf, der die Ansteuerung und Versorgung aller Einrichtungen zur Bewegung des C-Bogens 2 sowie zur Auswertung und Darstellung von durch den Bildaufnehmer 4 aufgenommenen Bilddaten aufweist. In einer bevorzugten Ausführungsform weist der mobile Träger 9 einen Computer auf, der aus verschiedenen zweidimensionalen Bildprojektionen des Isozentrums 5, die mit unterschiedlicher Orientierung des Röntgenstrahls gewonnen wurden, ein dreidimensionales Bild des durchleuchteten Volumens um das Isozentrum 5 herum erzeugen kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der mobile Träger 9 einen Computer auf, der die Erzeugung zweidimensionaler Projektionen, die dafür erforderlichen Orientierungen des Röntgenstrahls, und die Verstellung des C-Bogens in horizontaler und vertikaler Richtung zum Aufrechterhalten der Position des Isozentrums 5 automatisch steuert. Dazu steuert der Rechner die vertikale Verstelleinrichtung 8, die horizontale Verstelleinrichtung 7 sowie die in der Abbildung nicht dargestellte Verstelleinrichtung für Orbitalbewegungen des C-

Bogens automatisch an. Die horizontale und vertikale Verstellung kann dabei synchron erfolgen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Ansteuerung der horizontalen und vertikalen Verstelleinrichtung 7 und 8 nicht durch einen Rechner, sondern durch eine Ansteuerelektronik. Die Ansteuerelektronik steuert die Verstelleinrichtungen 7 und 8 in Abhängigkeit von einem Signal eines Winkelgebers an dem C-Bogen, das von dem orbitalen Winkel des B-Bogens abhängt, an. Die Verstellung des C-Bogens in horizontaler und vertikaler Richtung hängt in einem durch die mechanischen Verhältnisse fest vorgegebenen Zusammenhang von dessen Orbitalposition ab. Dieser fest vorgegebene Zusammenhang wird in der Ansteuerelektronik nachgebildet und dient der entsprechend fest vorgegebenen Ansteuerung der horizontalen und vertikalen Verstelleinrichtung 7 und 8.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der mobile Träger 9 einen Rechner auf, die Bewegungen des Isozentrums 5 aus seiner gegenwärtigen Position heraus, z.B. aufgrund einer manuellen Verstellung des C-Bogens 2, automatisch durch eine horizontale und vertikale Verstellung kompensiert. Dadurch kann z.B. eine Bedienungsperson manuell eine gewünschte Orientierung des Röntgenstrahls vorgeben, ohne sich um die Erhaltung des Isozentrums 5 kümmern zu müssen. Die ortsfeste Erhaltung des Isozentrums 5 wird durch den Rechner im mobilen Träger 9 automatisch gewährleistet.

Um die unerwünschte Bewegung des Isozentrums 5 durch horizontale und vertikale Verstellung kompensieren zu können, hat der Rechner im mobilen Träger 9 Zugriff auf einen Kenndaten-Speicher, in dem Kenndaten abgelegt sind, denen ausgehend von jeder orbitalen Position des C-Bogens 2 und jeder Veränderung aus dieser Position heraus die erforderlichen horizontalen und vertikalen Kompensationsbewegungen entnehmbar sind. Unter Verwendung dieser Kenndaten kann der Rechner automatisch die erforderlichen Steuerbefehle für die vertikale Verstellein-

7

richtung 8 und die horizontale Verstelleinrichtung 7 ermitteln und an dieser übermitteln.

Gegebenenfalls ist es möglich, dass von bestimmten orbitalen Positionen des C-Bogens 2 aus nicht mehr jegliche Orbitalbewegungen kompensierbar sind, falls die Verstelleinrichtungen 7 und 8 bereits an eine Grenze ihres Verstellbereichs stoßen würden. Daher hat der Rechner zusätzlich Zugriff auf Kenndaten für eine Grundstellung der Verstell-Einrichtungen 7 und 8, aus denen heraus die Verschiebung des Isozentrums 5 für jegliche Orbitalbewegung kompensierbar ist. Der Rechner kann veranlassen, dass diese Grundstellung bei Bedarf oder zu Beginn einer jeden Benutzung des C-Bogen-Geräts 1 eingenommen wird.

Das ortsfeste Isozentrum 5 weist in dem angedeuteten räumlichen Koordinatensystem mit der horizontalen Achse X und der vertikalen Achse Y die Position (X_0, Y_0) auf.

In FIG 2 ist das C-Bogen-Röntgengerät 1 mit horizontal orientiertem Röntgenstrahl dargestellt. Das C-Bogen-Röntgengerät 1 ist im Übrigen mit dem in der vorhergehenden Abbildung dargestellten Gerät identisch, und insofern werden dieselben Bezugszeichen verwendet.

Die horizontale Orientierung des Röntgenstrahls wurde bewirkt durch eine Orbitalbewegung des C-Bogens 2 entgegen dem Uhrzeigersinn. Durch die Orbitalbewegung des C-Bogens 2 verändert sich neben der Orientierung des Röntgenstrahls aufgrund der nicht-isozentrischen Ausbildung des C-Bogens 2 auch die räumliche Zuordnung des Isozentrums 5 zum Drehzentrum 6. In der dargestellten Ausführungsform wandert das Isozentrum 5 in Richtung der Orbitalbewegung um das Drehzentrum 6 herum. Im Vergleich zur vorhergehend beschriebenen Abbildung wäre das Isozentrum daher im Raum-Koordinatensystem nach oben und nach links verschoben worden. Diese ungewollte Verschiebung des

Isozentrums 5 wird jedoch durch horizontale und vertikale Verstellung des C-Bogens 2 kompensiert.

Das Isozentrum 5 ist daher nach wie vor im Raumkoordinatenpunkt (X0-Y0) gelegen, während statt einer Bewegung des Isozentrums 5 eine Bewegung des Drehzentrums 6 erfolgte. Daher ist das Drehzentrum 6 nun unterhalb und rechts von seiner in der vorhergehenden Abbildung dargestellten Position angeordnet. Die Verstellung des C-Bogens 2 im Vergleich zur vorher dargestellten Abbildung ist auch an der Länge der horizontalen Verstelleinrichtung 7 und der vertikalen Verstelleinrichtung 8 zu erkennen. Da das Isozentrum 5 aufgrund der Orbitalbewegung nach links, also auf den mobilen Träger 9 zu, bewegt worden wäre, wurde die horizontale Verstelleinrichtung 7 zur Kompensation dieser Bewegung ausgefahren und ist nun gegenüber der vorhergehenden Abbildung verlängert. Entsprechend ist die vertikale Verstelleinrichtung 8 verkürzt.